

**PRARANCANGAN PABRIK POLISTIRENA
DENGAN PROSES POLIMERISASI LARUTAN
KAPASITAS 70.000 TON/TAHUN**



Oleh :

Dela Nayomi

D 500 120 047

Dosen Pembimbing :

Ir. Haryanto., A.R., M.S.

M. Mujiburohman., S.T., M.T., Ph.D.

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA**

2016

HALAMAN PENGESAHAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

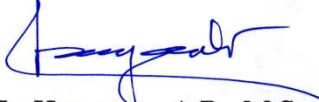
Nama : Dela Nayomi
NIM : D 500 120 047
Judul Skripsi : Prarancangan Pabrik Polistirena Dengan Proses Polimerisasi
Larutan Kapasitas 70.000 Ton per Tahun
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Haryanto., A.R., M.S.
2. M. Mujiburohman., S.T., M.T., Ph.D.

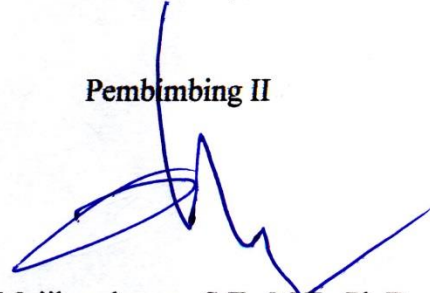
Surakarta, Oktober 2016

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II



Ir. Haryanto., A.R., M.S.
NIP. 196307051990031002



M. Mujiburohman., S.T., M.T., Ph.D.
NIK. 794

Mengetahui,

Dekan
Fakultas Teknik

Ketua Program Studi
Teknik Kimia


I. M. Sunarjono, M.T., Ph.D
NIK. 682


Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D
NIK. 683

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dela Nayomi

NIM : D 500 120 047

Program Studi : S1 Teknik Kimia

Judul Skripsi : Prarancangan Pabrik Polistirena Dengan Proses Polimerisasi
Larutan Kapasitas 70.000 Ton per Tahun

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya buat ini, adalah hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dan ringkasan-ringkasan yang dirujuk dari sumbernya.

Surakarta, Oktober 2016

Penulis

INTISARI

Polistirena adalah polimer termoplastik yang menggunakan bahan baku stirena monomer dengan dibantu pelarut etil benzena dan inisiator benzoil peroksida. Polistirena khususnya *High Impact Polystyrene* mempunyai beberapa kegunaan yaitu sebagai peralatan rumah tangga, isolator, pembungkus makanan, dan *furniture*. Kebutuhan polistirena di Indonesia cukup tinggi dari tahun 2006-2015 cenderung mengalami peningkatan. Kapasitas pabrik polistirena sebesar 70.000 ton/tahun beroperasi selama 330 hari. Dalam pembuatan polistirena perbandingan antara bahan baku, pelarut sebesar 1 : 0,05492. Reaksi yang terjadi dalam pembuatan polistirena yaitu reaksi eksotermis dengan menggunakan reaktor RATB (Reaktor Alir Tangki Berpengaduk) karena fasenya cair-cair. Kondisi operasi dijaga pada suhu 90°C (*isothermal*) dan tekanan 1 atm.

Pabrik polistirena berkapasitas 70.000 ton/tahun menggunakan bahan baku stirena monomer sebesar 12.575,8271 kg/jam dengan impuritas etil benzena sebesar 50,5053 kg/jam, untuk pelarut etil benzena sebesar 690,6644 kg/jam dengan impuritas toluena dan benzena masing-masing sebesar 0,0691 kg/jam dan 0,6222 kg/jam, dan inisiator benzoil peroksida sebesar 20,5071 kg/jam. Dalam pembuatan polistirena membutuhkan unit pendukung proses yaitu air, *steam*, listrik, dan udara tekan. Untuk kebutuhan air diperoleh dari sungai sebanyak 73.249,4677 kg/jam. Kebutuhan *steam* sebanyak 659,3500 kg/jam yang diperoleh dari *boiler* dengan bahan bakar solar sebanyak 0,0607 m³/jam. Kebutuhan listrik sebanyak 335,6026 kW yang didapatkan dari PLN dan sebagai cadangan didapatkan dari generator yang berkapasitas 1.000 kW dengan menggunakan bahan bakar sebanyak 0,1145 m³/jam. Kebutuhan udara tekan sebanyak 71,064 m³/jam. Pabrik ini direncanakan berlokasi di Serang, Banten dengan luas tanah sebesar 14.800 m² dan jumlah karyawan 128 orang.

Dari analisis ekonomi pabrik polistirena ini membutuhkan modal tetap sebesar Rp 297.722.649.279 dan modal kerja sebesar Rp 148.745.508.634. Sedangkan keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 131.171.167.310 /tahun. Keuntungan setelah pajak sebesar Rp 101.378.375.483 /tahun. Analisa kelayakan ini dapat disimpulkan bahwa *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 45,40% dan setelah pajak sebesar 34,05%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak sebesar 1,80 tahun dan setelah pajak sebesar 2,27 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 41,48% kapasitas dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 27,30% kapasitas. *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 31,75%. Berdasarkan analisis kelayakan pabrik polistirena ini cukup menarik dan layak untuk didirikan.

Kata kunci : stirena monomer, etil benzena, benzoil peroksida

ABSTRACT

Polystyrene is a thermoplastic polymer using raw materials of styrene monomer with assisted solvent ethyl benzene and benzoyl peroxide initiator. Particularly High Impact polystyrene has a number of uses as household appliances, food wrapping, insulation, and furniture. Needs of polystyrene in Indonesia is quite high from 2006-2015 are likely to experience increased. Polystyrene plant capacity of 70.000 tonnes/year operation for 330 days. In the manufacture of polystyrene comparison between raw materials, solvents of 1:0,05492. The reaction that occurs in the manufacture of polystyrene that is an exothermic reaction using reactor CSTR (Continuous Stirred Tank Reactor) because the converted liquid-liquid. Operating conditions are maintained at a temperature of 90°C (isothermal) and a pressure of 1 atm.

Polystyrene plant with a capacity of 70.000 tonnes/year using the raw materials of styrene monomer of 12.575,8271 kg/h ethyl benzene of the impurities with 50,5053 kg/h ethyl benzene solvent, to of 690,6644 kg/h with the impurities of toluene and benzene respectively amounted to 0,0691 kg and 0,6222 kg/h, and benzoyl peroxide initiator of 20,5071 kg/h. In the manufacture of polystyrene requires supporting units namely air, steam, electric, and compressed air. For the needs of water obtained from the River as much as 73.249,4677 kg/h. Steam needs as much as 659,3500 kg/h of boiler with diesel fuel as much as 0,0607 m³/hour. Electricity needs as much as 335,6026 kW obtained from PLN and as a backup generator that has a capacity of 1.000 kW using fuel as much as 0,1145 m³/hour. Compressed air needs as much 71.064 m³/hour. This direnakanakan the factory located in Serang, Banten, with a land area of 14,800 m² and employs 128 people.

Economic analysis of polystyrene plant is in need of fixed capital amounted to Rp 297.722.649.279 and Rp 148.745.508.634 of working capital. While profit before tax of Rp. 131.171.167.310/year. Profit after tax of Rp 101.378.375.483/year. This feasibility analysis it can be concluded that the Percent Return On Investment (ROI) of 45,40% before tax and after tax of 34,05%. Pay Out Time (POT) before tax of 1,80 years and after tax of 2,27 years. Break Even Point (BEP) of 41,48% capacity and Shut Down Point (SDP) of 27,30% capacity. Discounted Cash Flow (DCF) for 31,75%. Based on the analysis of the feasibility of the polystyrene plant is quite interesting and worth to be established.

Keywords: styrene monomer, ethyl benzene, benzoyl peroxide

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmaanirrohim

Assalamu'alaikum. Wr. Wb

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan nikmat sehat sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir prarancangan pabrik kimia ini. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan seluruh para pengikutnya.

Tugas Prarancangan Pabrik Kimia ini merupakan tugas akhir yang diselesaikan oleh setiap mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta sebagai syarat untuk menyelesaikan program studi sarjana. Dengan adanya tugas ini diharapkan kemampuan penalaran dan penerapan teori-teori yang diperoleh selama kuliah dapat dipahami, dijalani, dan dikembangkan dengan baik.

Tugas akhir ini berjudul Prarancangan Pabrik Polistirena Dari Stirena Monomer Dengan Kapasitas 70.000 Ton/Tahun. Adanya prarancangan pabrik ini diharapkan dapat memperkaya alternatif industri kimia di masa depan bagi Indonesia.

Penyusuna laporan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan,serta dorongan dari berbagai pihak. Melalui laporan ini penyusun mengucapkan terimakasih banyak kepada :

1. Bapak Rois Fatoni, ST, MSc, Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Haryanto .A.R, M.S., selaku Dosen Pembimbing I
3. Bapak M.Mujiburohman, Ph.D, selaku Dosen Pembimbing II
4. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta atas segala bimbingan dan arahannya.

5. Bapak dan Ibu selalu mendoakan, mendukung, dan memberikan semangat serta dukungannya.
6. Sahabat-sahabat yang selalu memberikan semangat dan dorongan untuk terus maju pantang menyerah
7. Teman-teman Teknik Kimia UMS, khususnya angkatan 2012 yang selalu memberikan dorongan dan motivasi.
8. Dan semua pihak yang telah mendukung tugas akhir dari awal hingga akhir yang tidak bisa kami sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih banyak terdapat kesalahan dan kekurangan. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran membangun untuk kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak. Akhir kata penulis saya ucapkan mohon maaf apabila ada kata yang salah dan terimakasih.

Wassalamu'alaikum.Wr.Wb

Surakarta, Oktober 2016

Penyusun

MOTTO

Allah menitipkan kelebihan di setiap kekurangan

Menitipkan kekuatan di setiap kelemahan

Menitipkan suka cita di setiap duka cita

Menitipkan harapan di setiap keraguan

Allah berjanji semua akan indah pada waktunya

“Cukuplah Allah sebagai penolong kami, dan Allah adalah sebaik-baik pelindung” (Q.S. Al-Imron: 173)

“Allah meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat” (Q.S. Al-Mujadalah: 11)

PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmannirohim,..puji dan syukur alhamdulillah kepada Allah yg memberikan nikmat sehat panjang umur sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Perjuangan demi cita-cita dan harapan tidak ada artinya tanpa mereka yang selalu memberikan ku kekuatan, dorongan, serta doa. Karya ini ku persembahkan kepada :

1. Yang tercinta dan terkasih ibu dan bapakku yang selalu memberikan apa pun yg ibu dan bapak punya untukku. Terimakasih atas segala, dukungan, kasih sayang, pengorbanan, dan pendidikan yang telah diberikan hingga aku sampai diperjuangan awalku mencapai cita-cita.
2. Buat adikku kenti junior, bulik rini, dan om yamto terimakasih atas segala pengertiannya dan dukungannya.
3. Buat aya “Nurhayati” terimakasih sudah menjadi patner tugas akhir yang super sabar, super smart..kita berbagi keluh kesah bareng debat bareng itu nanti yang bakal buat ak kangen...
4. Mbah kakung dan mbah putri terimakasih atas kebaikannya, perhatiannya sudah memberikan aku tempat tinggal di solo, fasilitas, dan selalu bantu aku disaat aku susah..
5. Buat mas adit terimakasih atas segalanya. Terimakasih buat kesabarannya, yang selalu anter aku kuliah, selalu kasih semangat biar aku cepat selesai kuliah.
6. Teman-temenku yang luar biasa Tim KC (Kujang Cikampek) eka, giri, faisal, yanur, askarullah,dan wisnu tetap semangat ngerjain tugas akhirnya. Semoga kedepannya kita bisa bertemu lagi dan kita sam-sama sudah sukses (sukses dunia dan akhirat)..hehehe..aamiin
7. Teman-teman seangkatan teknik kimia Ums 2012 terimakasih sudah menjadi temanku tetap semangat untuk nyelesein tugas akhirnya dan semoga kita bisa wisuda bareng..

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
INTISARI	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
MOTTO	viii
PERSEMBAHAN.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Kapasitas Perancangan.....	1
1.3. Lokasi Pendirian Pabrik	3
1.4. Tinjauan Pustaka	6
1.4.1. Macam-macam proses.....	6
1.4.2. Kegunaan produk	10
1.4.3. Sifat fisis dan sifat kimia.....	10
1.4.3.1. Bahan baku	10
1.4.3.2. Bahan pembantu	12
1.4.3.3. Produk.....	14
BAB II. DISKRIPSI PROSES	
2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	15
2.1.1. Spesifikasi bahan baku.....	15
2.1.2. Spesifikasi bahan pembantu.....	15
2.1.3. Spesifikasi produk.....	16
2.2. Konsep Proses	17

2.2.1. Dasar reaksi.....	17
2.2.2. Tinjauan termodinamika	19
2.2.3. Tinjauan kinetika	20
2.3. Diagram Alir Proses	21
2.3.1. Langkah proses	21
2.3.2. Diagram alir kualitatif.....	23
2.3.3. Diagram alir kuantitatif.....	24
2.4. Neraca Massa dan Neraca Panas	25
2.4.1. Neraca massa	25
2.4.2. Neraca panas	27
2.5. Tata Letak Pabrik dan Peralatan	31
2.5.1. Tata letak pabrik	31

BAB III. SPESIFIKASI PERALATAN PROSES

3.1. <i>Accumulator</i>	37
3.2. <i>Belt Conveyor 1</i>	37
3.3. <i>Belt Conveyor 2</i>	38
3.4. <i>Blower</i>	38
3.5. <i>Bucket Elevator 1</i>	38
3.6. <i>Bucket Elevator 2</i>	39
3.7. <i>Condensor</i>	39
3.8. <i>Extruder</i>	40
3.9. <i>Flash Drum</i>	41
3.10. <i>Heat Exchanger 1</i>	41
3.11. <i>Heat Exchanger 2</i>	42
3.11. <i>Mixer</i>	43
3.12. <i>Pompa</i>	44
3.19. <i>Reaktor</i>	47
3.20. <i>Silo 1</i>	48
3.21. <i>Silo 2</i>	48

3.22. Tangki Penyimpanan Pelarut	49
3.23. Tangki Penyimpanan Bahan Baku	49

BAB IV. UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM

4.1. Unit Pendukung Proses	51
4.1.1. Unit penyediaan dan pengolahan air	52
4.1.1.1. Unit penyediaan air	52
4.1.1.2. Unit pengolahan air	54
4.1.1.3. Kebutuhan air	58
4.1.2. Unit Penyediaan Steam	61
4.1.3. Unit Penyediaan Listrik	63
4.1.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar	66
4.1.5. Unit Penyediaan Udara Tekan	67
4.1.6. Laboratorium	67
4.1.6.1. Waktu kerja	68
4.1.6.2. Program kerja laboratorium	68
4.1.6.3. Penanganan sampel	69
4.1.6.4. Prosedur analisa	69
4.1.7. Spesifikasi Alat Utilitas	70
4.1.8. Diagram Flow Utilitas	83

BAB V. MANAJEMEN PERUSAHAAN

5.1. Bentuk Perusahaan	84
5.2. Struktur Organisasi	85
5.3. Tugas dan Wewenang	85
5.3.1. Pemegang Saham	85
5.3.2. Dewan Komisaris	86
5.3.3. Dewan Direksi	86
5.3.3.1. Direktur utama	86
5.3.3.2. Direktur teknik dan produksi	86

5.3.3.3. Direktur keuangan dan umum	87
5.3.4. Staf Ahli	87
5.3.5. Kepala Bagian	87
5.3.6. Kepala Seksi.....	89
5.3.7. Operator	92
5.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan	92
5.4.1. Karyawan <i>non shift</i>	92
5.4.2. Karyawan <i>shift</i>	93
5.5. Status Karyawan dan Sistem Upah	93
5.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan Gaji	94
5.6.1. Penggolongan jabatan	94
5.6.2. Jumlah karyawan dan gaji.....	95
5.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	95
BAB VI. ANALISIS EKONOMI	
6.1. Modal (<i>Capital Investment</i>)	99
6.2. Biaya Produksi (<i>Manufacturing Cost</i>)	100
6.3. Analisis Ekonomi	100
6.3.1. <i>Return of Investment</i> (ROI).....	100
6.3.2. <i>Pay Out Time</i> (POT)	101
6.3.3. <i>Break Even Point</i> (BEP)	101
6.3.4. <i>Shut Down Point</i> (SDP)	101
6.3.5. <i>Discounted Cash Flow</i> (DCF)	102
6.4. Perhitungan	102
6.4.1. <i>Cost Index Chemical Plant</i>	102
6.4.2. <i>Fixed Capital Investment</i>	104
6.4.3. <i>Working Capital</i>	105
6.4.4. <i>Manufacturing Cost</i>	106
6.4.5. <i>General Expenses</i>	107
6.4.6. Analisa Kelayakan	108

6.4.7. <i>Fixed Cost</i>	108
6.4.8. <i>Variable Cost</i>	108
6.4.9. <i>Regulated Cost</i>	109
6.4.10. <i>Break Even Point</i>	109
6.4.11. <i>Shut Down Point</i>	109
6.4.12. <i>Discounted Cash Flow</i>	110
DAFTAR PUSTAKA	112
LAMPIRAN	114

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data Impor Polistirena di Indonesia.....	2
Tabel 2. Daftar Perusahaan yang Memproduksi Polistirena.....	3
Tabel 3. Daftar Neraca Massa Total	25
Tabel 4. Neraca Massa <i>Mixer</i> (M-120)	25
Tabel 5. Neraca Massa Silo (F-140)	26
Tabel 6. Neraca Massa Reaktor (R-130).....	26
Tabel 7. Neraca Massa <i>Flash Drum</i> (D-140).....	26
Tabel 8. Neraca Massa <i>Extruder</i> (S-160).....	27
Tabel 9. Neraca Panas <i>Mixer</i> (M-120).....	27
Tabel 10. Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> (E-110)	28
Tabel 11. Neraca Panas Reaktor (R-130).....	28
Tabel 12. Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> (E-120)	29
Tabel 13. Neraca Panas <i>Flash Drum</i> (D-140).....	29
Tabel 14. Neraca Panas <i>Condensor</i> (E-130)	30
Tabel 15. Neraca Panas <i>Extruder</i> (S-160).....	30
Tabel 16. Neraca Panas Total.....	31
Tabel 17. Luas Bangunan Pabrik	34
Tabel 18. Kebutuhan Air Pendingin.....	58
Tabel 19. Kebutuhan <i>Steam</i>	59
Tabel 20. Kebutuhan <i>Steam</i> di <i>Boiler</i>	61
Tabel 21. Kebutuhan Listrik untuk Proses	63
Tabel 22. Kebutuhan Listrik untuk Unit Pendukung	64
Tabel 23. Penggolongan Jabatan Dalam Perusahaan	94
Tabel 24. Jumlah Karyawan Sesuai Jabatan dan Gaji.....	95
Tabel 25. <i>Cost Index Chemical Plant</i>	102
Tabel 26. <i>Fixed Capital Investment</i>	104
Tabel 27. <i>Working Capital</i>	105

Tabel 28. <i>Manufacturing Cost</i>	106
Tabel 28. <i>General Expenses</i>	107
Tabel 29. Analisis Kelayakan	108
Tabel 30. <i>Fixed Cost</i>	108
Tabel 31. <i>Variable Cost</i>	108
Tabel 32. <i>Regulated Cost</i>	109
Tabel 33. <i>Break Even Point</i>	109
Tabel 34. <i>Shut Down Point</i>	109
Tabel 35. <i>Discounted Cash Flow</i>	110

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Jumlah Impor Polistirena di Indonesia.....	2
Gambar 2. Lokasi Pabrik.....	6
Gambar 3. Diagram Alir Kualitatif	23
Gambar 4. Diagram Alir Kuantitatif	24
Gambar 5. Tata Letak Pabrik	35
Gambar 6. Tata Letak Alat.....	36
Gambar 7. Diagram Alir Utilitas.....	83
Gambar 8. Hubungan Tahun dengan <i>Cost Index</i>	103
Gambar 9. Perhitungan Analisis Ekonomi.....	110
Gambar 10. Cash Flow Pabrik Polistirena	111